Từ đường phố đến giao thông công cộng

ĐÁNH GIÁ TIỀM NĂNG GIAO THÔNG CÔNG CỘNG BẰNG SPACE SYNTAX, ỨNG DỤNG TẠI KHU VỰC TRUNG TÂM TP.HCM

ThS.KTS. HOÀNG LÊ NAM HẢI[1], TS.KTS. HOÀNG NGỌC LAN [1]
Viện Đô thị Thông minh và Quản lý (ISCM), Đại học Kinh tế TP.HCM (UEH), haihln@ueh.edu.vn

FROM STREETS TO PUBLIC TRANSPORT: ASSESSING PUBLIC TRANSPORT POTENTIAL WITH SPACE SYNTAX, APPLICATION IN CENTRAL AREA OF HO CHI MINH CITY

Ho Chi Minh City (HCMC), Vietnam's bustling economic hub, is grappling with the dual challenges of rapid urbanization and an increasingly strained public transport system. As the city expands, the need for efficient, accessible, and well-integrated transit solutions becomes paramount. However, in data-scarce environments where detailed ridership statistics or comprehensive surveys are unavailable, traditional transport planning approaches often fall short. This study employs space syntax to analyze the CBD's urban street network, derived from OpenStreetMap (OSM), to assess its public transport potential, with a focus on existing bus routes and stops. Using Global Integration to evaluate city-wide accessibility, Local Integration to measure neighborhood connectivity within Districts 1 and 3, and Choice to identify high through-movement corridors, the research reveals how spatial configuration shapes transit efficiency. By mapping these metrics against current bus infrastructure, the study identifies strengths - such as well-aligned routes along high-choice streets - and gaps, including underserved areas with low local integration. The findings offer urban planners a low-cost, replicable framework to optimize bus networks, enhance stop placement, and improve connectivity in the CBD. This approach bridges urban morphology and transport planning, tailoring solutions to the CBD's unique spatial structure.

Keywords: Space syntax, public transport, Ho Chi Minh City, urban planning, street network, integration, choice, transit potential.

TP.HCM, trung tâm kinh tế nhộn nhịp của Việt Nam đang phải vật lộn với những thách thức kép của quá trình đô thị hóa nhanh chóng và hệ thống giao thông công cộng ngày càng căng thẳng. Khi thành phố mở rộng, nhu cầu về các giải pháp giao thông công cộng hiệu quả, dễ tiếp cận và tích hợp tốt trở nên tối quan trọng. Tuy nhiên, trong môi trường thiếu dữ liệu, nơi không có số liệu thống kê chi tiết về lượng người đi xe hoặc các cuộc khảo sát toàn diện, các phương pháp lập kế hoạch giao thông truyền thống thường không hiệu quả. Nghiên cứu này sử dụng cú pháp không gian để phân tích mạng lưới đường phố đô thị của CBD, được lấy từ OpenStreetMap (OSM) để đánh giá tiềm năng giao thông công cộng của thành phố, tập trung vào các tuyến xe buýt và điểm dừng hiện có. Sử dụng Tích hợp toàn cầu để đánh giá khả năng tiếp cận trên toàn thành phố, Tích hợp cục bộ để đo lường kết nối khu phố trong Quận 1 và 3 và lựa chọn để xác định các hành lang di chuyển xuyên suốt cao, nghiên cứu cho thấy cấu hình không gian định hình hiệu quả giao thông công cộng như thế nào. Bằng cách lập bản đồ các số liệu này so với cơ sở hạ tầng xe buýt hiện tại, nghiên cứu xác định các điểm mạnh - chẳng hạn như các tuyến đường được sắp xếp hợp lý dọc theo các đường phố có nhiều lựa chọn - và các khoảng cách, bao gồm các khu vực chưa được phục vụ đầy đủ với mức độ tích hợp cục bộ thấp. Những phát hiện này cung cấp cho các nhà quy hoạch đô thị một khuôn khổ có chi phí thấp, có thể sao chép để tối ưu hóa mạng lưới xe buýt, tăng cường vị trí dừng và cải thiện kết nối trong CBD. Cách tiếp cận này kết nối hình thái đô thị và quy hoạch giao thông, điều chỉnh các giải pháp cho cấu trúc không gian độc đáo của CBD.

Keywords: Space syntax, giao thông công cộng, TP.HCM, quy hoạch đô thị, hệ thống đường, tích hợp, lựa chọn, tiềm năng công cộng

Giới thiệu

TP.HCM, trung tâm kinh tế, văn hóa và xã hội hàng đầu của Việt Nam, đã trải qua quá trình đô thị hóa nhanh chóng trong những thập kỷ gần đây. Sự tăng trưởng này không chỉ thúc đẩy sự phát triển kinh tế mà còn tạo ra áp lực lớn lên cơ sở hạ tầng giao thông, đặc biệt là hệ thống giao thông công cộng. Với dân số ngày càng gia tăng và sự mở rộng của các khu đô thị, TP.HCM đối mặt với những thách thức nghiêm trọng về ùn tắc giao thông, ô nhiễm môi trường và sự phụ thuộc vào phương tiện cá nhân như xe máy và ô tô.(Emberger 2016; Musil and Toàn 2016).

Giao thông công cộng, đặc biệt là hệ thống xe buýt, được xem là giải pháp quan trọng để giảm tải giao thông cá nhân và hướng đến phát triển đô thị bền vững. Các nghiên cứu đã chỉ ra rằng việc ưu tiên phát triển giao thông công cộng không chỉ giúp cải thiện hiệu quả sử dụng đất đô thị mà còn giảm thiểu ô nhiễm không khí và tiết kiệm chi phí đầu tư cơ sở hạ tầng. Tuy nhiên, tại TP.HCM, việc quy hoạch và vận hành hệ thống xe buýt vẫn gặp phải nhiều hạn chế như thiếu dữ liệu định lượng đáng tin cậy về lượng hành khách và thói quen đi lại của người dân (Musil and Toàn 2016; Thao 2017).

Trong bối cảnh này, phương pháp cú pháp không gian (space syntax) nổi lên như một công cụ phân tích hữu ích để đánh giá cấu trúc và tính kết nối của mạng lưới đường phố đô thị. Phương pháp này cho phép các nhà quy hoạch hiểu rõ hơn về cách hình thái không gian ảnh hưởng đến hành vi di chuyển của con người cũng như tiềm năng phát triển giao thông công cộng (Anon n.d.). Nghiên cứu này tập trung vào khu vực trung tâm TP.HCM, bao gồm Quận 1 và Quận 3 - nơi tập trung mật độ dân cư cao nhất và hoạt động kinh tế sôi động nhất thành phố để phân tích mối quan hệ giữa cấu trúc không gian đô thị và hiệu quả của hệ thống xe buýt hiện tại.

Mục tiêu chính của nghiên cứu là đánh giá mức độ kết nối của mạng lưới đường phố, xác định các hành lang di chuyển chính và đề xuất phương pháp tiếp cận chi phí thấp nhằm tối ưu hóa quy hoạch giao thông công cộng trong điều kiện thiếu dữ liệu định lượng. Những kết quả này không chỉ cung cấp cơ sở khoa học cho việc cải thiện hệ thống xe buýt mà còn góp phần thúc đẩy sự phát triển đô thị bền vững tại TP.HCM.

Cơ sở lý thuyết và tổng quan nghiên cứu

Cú pháp không gian trong phân tích đô thị

Cú pháp không gian (space syntax) là một phương pháp phân tích hình thái đô thị được phát triển bởi Bill Hillier et al. 1984, nhằm mô tả và lượng hóa cách không gian được tổ chức và kết nối trong môi trường xây dựng. Trong cú pháp không gian, node (nút) đại diện cho các điểm giao cắt hoặc các không gian cụ thể, trong khi line (đường) biểu thị các kết nối giữa các nút đó. Sự tương tác giữa các nút và đường là rất quan trọng vì nó xác định cách mà các không gian kết nối và ảnh hưởng đến hành vi di chuyển của người sử dụng. Thông qua việc trừu tượng hóa mạng lưới đường phố thành các trục liên kết, phương pháp này cho phép đo lường mức độ tích hợp và lựa chọn của từng đoạn đường trong cấu trúc không gian tổng thể của đô thị.

Hai chỉ số cốt lõi trong cú pháp không gian là tích hợp (integration) và lựa chọn (choice). Tích hợp (Integration) là chỉ số đo lường khả năng tiếp cận của một đoạn đường hoặc không gian. Nếu một vị trí có giá trị tích hợp cao, nó thường là điểm giao thông quan trọng, dễ tiếp cận từ nhiều nơi khác trong mạng lưới. Từ đó, nơi có chỉ số tích hợp cao sẽ là nơi có khả năng tập trung đông người (Bill Hillier and Hillier 1996).

Lựa chọn (Choice) đo lường lưu lượng di chuyển qua các không gian. Các không gian ghi nhận chỉ số lựa chọn cao thường nằm trên các đường ngắn nhất từ tất cả các điểm xuất phát đến tất cả các điểm đến. Lựa chọn là một thước đo mạnh mẽ trong việc dự đoán tiềm năng di chuyển của người đi bộ và phương tiện…

Việc hiểu rõ các chỉ số này sẽ giúp cải thiện quy hoạch và thiết kế giao thông công cộng tại TP.HCM, tối ưu hóa khả năng tiếp cận và kết nối giữa các khu vực. Những chỉ số này cho phép đánh giá năng lực giao thông tiềm năng mà không cần dữ liệu hành vi di chuyển, đặc biệt phù hợp với bối cảnh đô thị thiếu dữ liệu định lượng (Ana I. Torre-Bastida et al. 2018).

Mối quan hệ giữa hình thái đô thị và giao thông công cộng

Các nghiên cứu quốc tế cho thấy mối liên hệ chặt chẽ giữa hình thái không gian và hiệu quả của hệ thống giao thông công cộng (Crucitti, Latora, and Porta 2006; Porta et al. 2009). Trong đó, các khu vực có mức tích hợp cao thường có mật độ người đi bộ và hành khách xe buýt cao hơn, do khả năng tiếp cận tốt hơn và dễ kết nối với các tuyến đường chính. Ngược lại, các khu vực có cấu trúc phân mảnh, ngõ nhỏ và khả năng tích hợp thấp thường bị bỏ qua trong quy hoạch tuyến xe buýt, dẫn đến khả năng phục vụ kém.

Các nghiên cứu sử dụng cú pháp không gian đã được triển khai tại nhiều thành phố như London (Bill Hillier 1999), Barcelona(C. Ratti 2004) và Seoul (Hoon Yub Kim et al. 2002) để phân tích mối quan hệ giữa cấu trúc không gian và lưu lượng giao thông hoặc khả năng tiếp cận của phương tiện công cộng. Kết quả từ những nghiên cứu này khẳng định tiềm năng của cú pháp không gian trong việc hỗ trợ lập kế hoạch giao thông, đặc biệt tại các đô thị đang phát triển nơi dữ liệu bị hạn chế.

Nghiên cứu trong bối cảnh Việt Nam và khoảng trống nghiên cứu

Tại Việt Nam, ứng dụng của cú pháp không gian trong phân tích đô thị và giao thông còn tương đối mới mẻ, chủ yếu tập trung vào quy hoạch kiến trúc và định hướng thiết kế đô thị. Việc áp dụng phương pháp này vào đánh giá giao thông công cộng vẫn còn hạn chế và chưa có nhiều nghiên cứu kết nối trực tiếp các chỉ số không gian với mạng lưới xe buýt thực tế. Do đó, nghiên cứu này không chỉ lấp đầy khoảng trống về mặt học thuật, mà còn đóng góp một công cụ thực tiễn có thể ứng dụng rộng rãi trong quy hoạch tại các đô thị Việt Nam.

Từ các phân tích trên, có thể thấy sự thiếu vắng các nghiên cứu tích hợp giữa hình thái không gian và hệ thống xe buýt tại TP.HCM, đặc biệt trong bối cảnh thiếu dữ liệu định lượng. Bài

nghiên cứu này nhằm lấp đầy khoảng trống đó thông qua việc sử dụng cú pháp không gian như một công cụ phân tích khả thi, từ đó đánh giá hiệu quả và đề xuất tối ưu hóa mạng lưới giao thông công cộng dựa trên đặc điểm hình thái đô thị hiện hữu.

Phương pháp nghiên cứu

Khung phân tích tổng thể

Nghiên cứu này áp dụng phương pháp phân tích hình thái không gian thông qua công cụ cú pháp không gian (Space syntax) để đánh giá tiềm năng giao thông công cộng tại khu vực trung tâm TP.HCM, cụ thể là Quận 1 và Quận 3. Dữ liệu chính được lấy từ OpenStreetMap (OSM) và được xử lý để tạo thành mô hình mạng lưới đường phố, từ đó tính toán các chỉ số không gian bao gồm Tích hợp toàn cầu (Global Integration), Tích hợp cục bộ (Local Integration) và Lựa chọn (Choice). Khung phân tích tổng quan được thể hiện ở Hình 1

Phạm vi nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu bao gồm toàn bộ Quận 1 và Quận 3, nơi có mật độ hoạt động cao, hiện đang được phục vụ bởi nhiều tuyến xe buýt nội thành. Đây cũng là khu vực có kết cấu đường phố chặt chẽ, đa dạng từ trục đường chính đến ngõ hẻm, cho phép nghiên cứu đánh giá rõ ràng mối quan hệ giữa hình thái không gian và mức độ phục vụ giao thông công cộng.

Thu thập và xử lý dữ liệu

Dữ liệu không gian được trích xuất từ OpenStreetMap (OSM), với lớp đường giao thông được tinh chỉnh để loại bỏ các đối tượng không liên quan như đường sắt, lối đi bộ nhỏ không liên thông, hoặc các đường nội bộ không phục vụ giao thông công cộng. Dữ liệu tuyến và điểm dừng xe buýt được thu thập từ cổng dữ liệu mở của Sở GTVT TP.HCM hoặc thông qua nền tảng giao thông như BusMap.

Tất cả các dữ liệu được xử lý và phân tích trên phần mềm mã nguồn mở như QGIS (để quản lý dữ liệu không gian) và DepthmapX (để thực hiện phân tích cú pháp không gian).

Phân tích cú pháp không gian

Hình 1: Các bước ứng dụng Space Syntax vào trong đánh giá và phân tích hệ thống giao thông công cộng tại TP.HCM

Hình 2: Kết quả từ phân tích tích hợp toàn cầu (global integration) với cú pháp không gian (space syntax) sử dụng phần mềm DepthmapX cho khu vực trung tâm TP.HCM (CBD) cho thấy cấu trúc không gian phức tạp và các mối quan hệ giữa các đường phố. Kết quả sử dụng một bảng màu gradient từ xanh dương đến vàng, thể hiện mức độ tích hợp toàn cầu. Màu xanh dương đại diện cho các không gian có độ tích hợp thấp, trong khi màu đỏ biểu thị các không gian có độ tích hợp cao

Ba chỉ số chính được sử dụng trong phân tích: (1) Tích hợp toàn cầu (Rn): đánh giá khả năng tiếp cận tổng thể của mỗi đoạn đường từ toàn bộ mạng lưới, phản ánh tiềm năng phục vụ lượng lớn hành khách. (2) Tích hợp cục bộ (R3 hoặc R5): đo lường khả năng kết nối trong phạm vi khu phố, hữu ích cho đánh giá tính tiếp cận của người đi bộ đến các điểm dừng xe buýt và (3) Lựa chọn (Choice): thể hiện mức độ một đoạn đường có thể trở thành hành lang di chuyển quan trọng trong hệ thống, từ đó xác định các tuyến đường tiềm năng cao cho giao thông công cộng.

Phân tích và kết quả

Phần này trình bày kết quả phân tích cú pháp không gian mạng lưới đường phố tại khu vực trung tâm TP.HCM (Quận 1 và Quận 3), đối chiếu với hệ thống xe buýt hiện có để đánh giá mức độ phù hợp và tiềm năng cải thiện. Ba chỉ số chính được phân tích gồm: Tích hợp toàn cầu (Global Integration), Tích hợp cục bộ (Local Integration) và Lựa chọn (Choice).

Tích hợp toàn cầu: Khả năng tiếp cận từ toàn đô thị

Các khu vực màu đỏ hoặc vàng thường nằm ở trung tâm của CBD, cho thấy đây

là những không gian có khả năng thu hút lưu lượng người tập trung cao với bối cảnh toàn thành phố khi người dân có thể di chuyển. Những tuyến đường chính và các quảng trường trong khu vực này có thể là nơi tập trung nhiều hoạt động thương mại và các tương tác xã hội. Cụ thể Phân tích tích hợp toàn cầu cho thấy các trục đường chính như đường Nam Kỳ Khởi Nghĩa - Nguyễn Văn Trỗi, đường Lê Lợi - Hàm Nghi, và đường Cách Mạng Tháng 8 đạt giá trị tích hợp cao nhất. Điều này phản ánh đúng với bối cảnh thực tế.

Tích hợp cục bộ: Khả năng kết nối nội khu

Chỉ số tích hợp cục bộ được phân tích trong phạm vi R=3 (khoảng 500-800m), nhằm phản ánh khả năng tiếp cận trong phạm vi đi bộ. Đây là chỉ số đo lường mức độ kết nối của một không gian với các không gian lân cận gần nhất. Nó phản ánh khả năng tiếp cận trong một quy mô nhỏ hơn và thường liên quan đến cách mà các không gian tương tác với nhau trong một khu vực cụ thể. Kết quả cho thấy các khu vực như phường Bến Thành, phường Võ Thị Sáu, và một phần phường Đa Kao có mạng lưới đường phố dày đặc và tích hợp cục bộ cao. Ngược lại, các khu vực quanh Kênh Nhiêu Lộc - Thị Nghè, khu vực giáp ranh giữa Quận 1 và Quận 3 lại có giá trị tích hợp cục bộ thấp, do bị chia cắt bởi kênh rạch hoặc cấu trúc đường ngõ hẻm phân mảnh. Đây là những nơi mà khả năng tiếp cận các điểm dừng xe buýt gặp khó khăn, dù có tuyến xe buýt chạy gần đó. Điều này cho thấy việc quy hoạch điểm dừng cần tính đến kết nối không gian đi bộ chứ không chỉ khoảng cách tuyến tính.

Lựa chọn: Hành lang di chuyển tiềm năng cao

Chỉ số lựa chọn thể hiện các tuyến đường có khả năng trở thành hành lang lưu thông quan trọng. Kết quả cho thấy các trục như Trần Hưng Đạo - Võ Văn Kiệt, Nguyễn Thị Minh Khai và Hai Bà Trưng có giá trị lựa chọn cao, nghĩa là thường xuyên được "đi qua" khi di chuyển giữa các điểm trong hệ thống.

Những tuyến đường chính như Lê Lợi, Nam Kỳ Khởi Nghĩa, Nguyễn Thị Minh Khai, Điện Biên Phủ và một số trục kết nối liên quận hiện lên rõ rệt với tông màu đỏ và cam đậm, phản ánh giá trị lựa chọn cao. Đây là những trục giao thông quan trọng, có vai trò trung gian trong kết nối toàn mạng lưới, thường xuyên được lựa chọn trong quá trình di chuyển giữa các khu vực. Ngược lại, các đường hẻm nhỏ, các tuyến nội bộ trong khu dân cư hoặc quanh các cơ sở hành chính có màu sắc thiên về xanh dương, thể hiện mức độ lựa chọn thấp. Điều này cho thấy các đoạn đường này chủ yếu phục vụ nhu cầu đi lại cục bộ, ít khi đóng vai trò trung gian trong lưu thông toàn mạng.

Hình 3: Kết quả từ phân tích tích hợp cục bộ (local integration) với cú pháp không gian (space syntax) sử dụng phần mềm DepthmapX cho khu vực trung tâm TP.HCM (CBD). Kết quả sử dụng một bảng màu gradient từ xanh dương đến vàng, thể hiện mức độ tích hợp toàn cầu. Màu xanh dương đại diện cho các không gian có độ tích hợp thấp, trong khi màu đỏ biểu thị các không gian có độ tích hợp cao

Hình 4: Kết quả từ phân tích chỉ số lựa chọn (choice) với cú pháp không gian (space syntax) sử dụng phần mềm DepthmapX cho khu vực trung tâm TP.HCM (CBD). Kết quả sử dụng một bảng màu gradient từ xanh dương đến vàng, thể hiện mức độ tích hợp toàn cầu. Màu xanh dương đại diện cho các không gian có độ chỉ số lựa chọn thấp, trong khi màu đỏ biểu thị các không gian có chỉ số lựa chọn cao

Một số tuyến đường có màu xanh dương cho thấy tiềm năng trở thành các hành lang hỗ trợ hoặc liên kết tuyến nếu được quy hoạch lại hợp lý. Việc định vị chính xác các tuyến đường có giá trị choice cao giúp định hướng cho việc phát triển hạ tầng giao thông công cộng như bố trí điểm dừng xe buýt, lựa chọn tuyến chính.

So sánh hệ thống xe buýt với cấu trúc không gian

Dựa vào kết quả Hình 6 cho thấy rõ ràng cách mà các trạm dừng xe buýt phục vụ nhu cầu di chuyển của người

dân, đồng thời chỉ ra những khu vực cần cải thiện.

Khi chồng lớp dữ liệu xe buýt hiện tại với các bản đồ chỉ số cú pháp không gian, nghiên cứu đã nhận diện ba nhóm chính. Nhóm đầu tiên là những tuyến xe buýt phù hợp cao, nơi mà các tuyến này trùng khớp với các đoạn đường có giá trị tích hợp hoặc chỉ số lựa chọn cao. Ví dụ, các tuyến dọc đường Nam Kỳ Khởi Nghĩa, Điện Biên Phủ và Võ Thị Sáu nằm trong những khu vực có mật độ lưu lượng người đi bộ lớn, cho thấy rằng hệ thống xe buýt đã phát huy được hiệu quả tối ưu trong việc kết nối người dân với các khu vực trọng điểm.

Tuy nhiên, một số đoạn đường khác có mức độ tích hợp hoặc lựa chọn cao nhưng lại chưa có tuyến buýt phục vụ hoặc có tần suất thấp, thể hiện rằng tiềm năng của những khu vực này chưa được khai thác hết. Ví dụ, đoạn giữa Nguyễn Trãi và Nguyễn Thị Minh Khai là những khu vực lý tưởng cho phát triển dịch vụ xe buýt nhưng lại thiếu sự phục vụ cần thiết để đáp ứng nhu cầu di chuyển của người dân.

Cuối cùng, một số tuyến xe buýt hiện tại đi qua các khu vực có tích hợp cục bộ rất thấp, dẫn đến khả năng tiếp cận khó khăn cho người sử dụng. Điều này gợi ý rằng cần phải đánh giá lại hiệu quả hoạt động của những tuyến này, đồng thời cải thiện các kết nối bổ trợ như hạ tầng đi bộ và các điểm trung chuyển. Việc nâng cấp và cải thiện những khu vực này sẽ không chỉ tăng cường khả năng tiếp cận cho hệ thống xe buýt mà còn giúp tối ưu hóa toàn bộ mạng lưới giao thông công cộng.

Hình 5: Các tuyến xe buýt và các trạm dừng trong khu vực trung tâm TP.HCM (CBD)

Hình 6: Kết quả đánh giá phạm vi di chuyển từ các trạm dừng xe buýt trong khu vực trung tâm TP.HCM (CBD). Kết quả sử dụng bảng màu gradient đỏ từ đậm đến nhạt. Trong đó màu đậm thể hiện khả năng tiếp cận cao còn màu nhạt thể hiện khả năng tiếp cận thấp đối với người sử dụng phương tiện xe buýt

Thảo luận

Hình thái không gian như nền tảng tiềm năng cho giao thông công cộng.

Các kết quả phân tích cho thấy, hình thái không gian của khu vực trung tâm TP.HCM - cụ thể là mạng lưới đường phố của Quận 1 và 3 đóng vai trò quan trọng trong việc định hình khả năng tiếp cận và hiệu quả của hệ thống giao thông công cộng. Những trục đường có giá trị tích hợp toàn cầu và lựa chọn cao thường trùng khớp với các tuyến xe buýt chủ lực, điều này cho thấy sự tương quan giữa cấu trúc đô thị và quy hoạch tuyến.

Tuy nhiên, tồn tại một khoảng cách giữa tiềm năng không gian và mức độ phục vụ hiện hữu, đặc biệt ở các khu vực có tích hợp cao nhưng chưa được khai thác đầy đủ. Điều này chỉ ra rằng hệ thống giao thông công cộng hiện tại chưa tận dụng tối đa cấu trúc không gian sẵn có - một yếu tố "tĩnh" nhưng có ảnh hưởng lâu dài.

Khoảng trống tiếp cận và bất bình đẳng không gian

Phân tích tích hợp cục bộ làm rõ sự bất bình đẳng không gian ở cấp độ vi mô. Các khu vực có kết cấu đường ngõ nhỏ, phân mảnh - thường là các khu dân cư lâu đời hoặc giáp ranh giữa các quận - có mức kết nối thấp và khó tiếp cận các điểm dừng xe buýt, ngay cả khi khoảng cách địa lý ngắn. Điều này đặc biệt quan trọng trong bối cảnh TP.HCM hướng đến tăng tỷ lệ sử dụng phương tiện công cộng, vì người dùng đầu tiên và cuối cùng của xe buýt vẫn phải đi bộ đến điểm dừng.

Thiếu tính kết nối nội khu có thể khiến nhiều khu vực bị "loại trừ" khỏi hệ thống giao thông công cộng, tạo ra rào cản cho các nhóm dân cư dễ bị tổn thương như người già, trẻ em, người thu nhập thấp. Do đó, các giải pháp quy hoạch không nên chỉ tập trung vào tuyến chính, mà cần cải thiện khả năng tiếp cận đa hướng, kể cả thông qua thiết kế đô thị thân thiện với người đi bộ.

Lợi ích và giới hạn của phương pháp cú pháp không gian

Một trong những đóng góp quan trọng của nghiên cứu là đề xuất sử dụng phương pháp cú pháp không gian như một công cụ định hướng quy hoạch chi phí thấp và khả thi, đặc biệt trong bối cảnh TP.HCM còn thiếu dữ liệu thống kê chi tiết về hành vi di chuyển, lượng hành khách, hoặc nhu cầu vận tải.

Tuy vậy, phương pháp này không phản ánh được các yếu tố động như lưu lượng thực tế, tần suất tuyến, hoặc hành vi người dùng. Do đó, nó cần được sử dụng như một lớp phân tích bổ trợ, kết hợp với các nguồn dữ liệu khác (nếu có), nhằm đưa ra quyết định chính sách toàn diện hơn.

Giới hạn và khả năng nhân rộng

Phương pháp cú pháp không gian chủ yếu phản ánh khả năng tiếp cận hình thái, chưa tính đến các yếu tố vận hành như tần suất tuyến, hành vi người dùng, hoặc điều kiện hạ tầng. Do đó, đây là một công cụ hỗ trợ định hướng quy hoạch hơn là một giải pháp hoàn chỉnh. Tuy nhiên, trong bối cảnh thiếu dữ liệu định lượng như ở TP.HCM, phương pháp này vẫn cung cấp góc nhìn định tính có giá trị và chi phí thấp.

Phương pháp được trình bày trong nghiên cứu có khả năng tái lập và mở rộng cho các khu vực khác tại TP.HCM hoặc các đô thị có cấu trúc mạng lưới tương tự. Với dữ liệu mở từ OSM và phần mềm mã nguồn mở như DepthmapX, các sở ban ngành hoặc tổ chức nghiên cứu có thể dễ dàng áp dụng, tích hợp vào các hệ thống phân tích như GIS hoặc mô hình TOD (Transit-Oriented Development).

Ngoài ra, việc sử dụng bản đồ cú pháp không gian trong quá trình đánh giá và thiết kế tuyến buýt mới có thể trở thành công cụ chiến lược giúp thành phố tối ưu hóa nguồn lực đầu tư và gia tăng tính công bằng trong tiếp cận giao thông công cộng.

Kết luận và khuyến nghị

Nghiên cứu này chứng minh rằng cú pháp không gian là một công cụ hiệu quả trong việc đánh giá tiềm năng giao thông công cộng, đặc biệt đối với các khu vực đô thị có cấu trúc đường phố phức tạp và thiếu dữ liệu hành vi người dùng, như trung tâm TP.HCM. Thông qua ba chỉ số chính của cú pháp không gian là Tích hợp toàn cầu, Tích hợp cục bộ và Lựa chọn, phân tích đã chỉ ra rằng một số tuyến đường có giá trị kết nối không gian cao nhưng lại chưa được phục vụ bởi mạng lưới xe buýt hiện tại, từ đó phản ánh khoảng trống trong quy hoạch. Nhiều điểm dừng xe buýt lại nằm ở các khu vực có tích hợp cục bộ thấp, khiến khả năng tiếp cận của người đi bộ bị hạn chế. Các hành lang có chỉ số lựa chọn cao đóng vai trò quan trọng trong việc tổ chức mạng lưới giao thông công cộng hiệu quả vì chúng giúp tối ưu hóa sự di chuyển trong không gian đô thị.

Kết quả từ phân tích không chỉ giúp nhận diện các bất cập trong hệ thống giao thông hiện tại mà còn cung cấp nền tảng cho quy hoạch giao thông dựa trên dữ liệu hình thái đô thị, vốn là yếu tố ổn định và có thể tiếp cận công khai qua các nguồn dữ liệu mở như OpenStreetMap. Trên cơ sở này, nghiên cứu đề xuất các khuyến nghị chiến lược: ưu tiên phát triển giao thông ít giao cắt dọc theo các trục đường có giá trị tích hợp cao như Nguyễn Thị Minh Khai và Võ Văn Kiệt, đồng thời cải thiện khả năng tiếp cận đến điểm dừng xe buýt ở các khu vực có mức tích hợp cục bộ thấp. Ngoài ra, việc tích hợp cú pháp không gian vào quy trình quy hoạch giao thông công cộng sẽ giúp xây dựng hệ thống giao thông linh hoạt, dễ dàng thích ứng với nhu cầu thay đổi của người dân.

Cuối cùng, phương pháp này có thể được áp dụng cho các khu vực đô thị khác đang mở rộng mạng lưới giao thông công cộng, đặc biệt ở các thành phố thiếu dữ liệu thống kê hành khách nhưng có thể sử dụng các nền tảng dữ liệu mở như OpenStreetMap. Nghiên cứu mở ra hướng đi mới cho việc ứng dụng cú pháp không gian trong quy hoạch giao thông đô thị tại các thành phố đang phát triển nhanh chóng.

Ngày nhận bài: 11/04/2025
Ngày gửi phản biện: 11/04/2025
Ngày duyệt đăng: 25/08/2025

TÀI LIỆU THAM KHẢO:

1- Ana I. Torre-Bastida, Ana I. Torre-Bastida, Javier Del Ser, Javier Del Ser, Ibai Laña, Ibai Laña, Maitena Ilardia, Maitena Ilardia, Miren Nekane Bilbao, Miren Nekane Bilbao, Sergio Campos-Cordobés, and Sergio Campos-Cordobés. 2018. "Big Data for Transportation and Mobility: Recent Advances, Trends and Challenges." Iet Intelligent Transport Systems 12(8):742-55. doi: 10.1049/iet-its.2018.5188.

2- Anon. n.d. Introduction to Space Syntax.

3- Bill Hillier. 1999. "Centrality as a Process: Accounting for Attraction Inequalities in Deformed Grids." Urban Design International 4(3):107-27. doi: 10.1057/udi.1999.19.

4- Bill Hillier, and Bill Hillier. 1996. "Cities as Movement Economies." Urban Design International 1(1):41-60. doi: 10.1057/udi.1996.5.

5- Bill Hillier, Bill Hillier, Julienne Hanson, Julienne Hanson, and Julienne Hanson. 1984. "The Social Logic of Space."

6- C. Ratti. 2004. "Urban Texture and Space Syntax : Some Inconsistencies."

7- Crucitti, Paolo, Vito Latora, and Sergio Porta. 2006. "Centrality Measures in Spatial Networks of Urban Streets." Physical Review E 73(3):036125-036125. doi: 10.1103/physreve.73.036125.

8- Emberger, Guenter. 2016. "Urban Transport in Ho Chi Minh City, Vietnam." Pp. 175-91 in Sustainable Ho Chi Minh City: Climate Policies for Emerging Mega Cities, edited by A. Katzschner, M. Waibel, D. Schwede, L. Katzschner, M. Schmidt, and H. Storch. Cham: Springer International Publishing.

9- Hoon Yub Kim, Hong Kyu Kim, Dong Wook Sohn, and Dong Wook Sohn. 2002. "An Analysis of the Relationship between Land Use Density of Office Buildings and Urban Street Configuration: Case Studies of Two Areas in Seoul by Space Syntax Analysis." Cities 19(6):409-18. doi: 10.1016/s0264-2751(02)00071-9.

10- Musil, Clément, and Vuong Khánh Toàn. 2016. "Filling the Urban Transport Infrastructure Gap." IIAS.

11- Porta, Sergio, Vito Latora, Fahui Wang, Emanuele Strano, Alessio Cardillo, Salvatore Scellato, Valentino Iacoviello, and Roberto Messora. 2009. "Street Centrality and Densities of Retail and Services in Bologna, Italy." Environment and Planning B-Planning & Design 36(3):450-65. doi: 10.1068/b34098.

12- Thao, Truong Thanh. 2017. "HOUSING AND TRANSPORTATION IN VIETNAM'S HO CHI MINH CITY."